

## Best Available Copy

**(54) JUNCTION PAD OF SEMICONDUCTOR ELEMENT**

(11) 2-187046 (A) (43) 23.7.1990 (19) JP

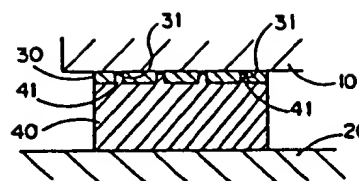
(21) Appl. No. 64-7354 (22) 13.1.1989

(71) MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD (72) YOSHINOBU MOMOI

(51) Int. Cl. H01L21/60

**PURPOSE:** To make a bump and a pad have a state that they engage each other on the occasion of performing thermocompression bonding and increase a substantial junction area to improve mechanical, electrical junction performance by providing an uneven part for reinforcement of junction at a face where pad and bump junction is performed.

**CONSTITUTION:** A pad 30 is provided at a semiconductor element 10 and holes 31 are formed into recessed shapes on the surface of its element in every direction at equal intervals. The pad 30 is pressed thermally on a bump 40 of a package substrate 20 with thermocompression bonding means. A part of the bump 40 which melts and softens through thermocompression goes into the inside of each hole 31 of the pad 30. Then protrusions 41 are formed in such a state that the holes 31 and the protrusions 41 engage with each other. The surfaces of the above holes and protrusions are added to a junction area. Such state of this element not only makes a substantial junction area large but also increases a resistance to shearing stress in the horizontal direction.



## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-187046

⑪ Int.Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 21/60識別記号 庁内整理番号  
3 1 1 S 6918-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)7月23日

審査請求 未請求 請求項の枚数 4 (全7頁)

⑭ 発明の名称 半導体素子の接合用パッド

⑮ 特 願 平1-7354

⑯ 出 願 平1(1989)1月13日

⑰ 発 明 者 桃 井 義 直 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内  
 ⑱ 出 願 人 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地  
 ⑲ 代 理 人 弁理士 松本 武彦

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体素子の接合用パッド

## 2. 特許請求の範囲

1 半導体素子を基材に搭載する際に、基材の表面に設けられたパンプとの接合箇所にて設けられるパッドにおいて、パンプとの接合面に接合強化用凹凸部が設けられていることを特徴とする半導体素子の接合用パッド。

2 接合強化用凹凸部が、接合面に縦横に形成された格子状凹凸部である請求項1記載の半導体素子の接合用パッド。

3 接合強化用凹凸部が、基材と半導体素子との熱膨張差によって発生する剪断力の方向と直交する方向に沿って接合面に設けられた複数の平行線状凹凸部である請求項1記載の半導体素子の接合用パッド。

4 接合強化用凹凸部が、接合面に突出形成された複数の突起である請求項1記載の半導体素子の接合用パッド。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体素子の接合用パッドに関し、詳しくは、半導体素子をパッケージ基材や配線基板等の基材に搭載する際に、基材側に設けられたAu等からなるパンプとの接合を行うために、半導体素子の表面に設けられるパッドに関するものである。

(従来の技術)

半導体素子(チップ)は、通常、合成樹脂やセラミック等からなるパッケージ基材に搭載されてパッケージ化され、この半導体パッケージに設けられたリードや端子ピンを、配線基板の回路上に直接またはスルーホールを用いて接合して使用するようにになっている。

このような半導体パッケージの1種として、例えば、角板状のパッケージ基材に半導体素子を搭載するとともに、パッケージ基材の下面に多数の端子ピンを並べて設けたPGA(ピン・グリッド・アレイ)パッケージがある。このPGAパッ

ージにおける、パッケージ基材への半導体素子の搭載構造として、半導体素子の各電極を、半導体素子の表面に多数並べて設けられたパッドに電極毎に接続しておき、パッケージ基材の表面に各電極毎に設けられたAu等からなるバンパに、前記各電極毎のパッドを載せ、加熱および加圧によってバンパを溶融または軟化させて、バンパとパッドとを一体接合する構造のものが、これは、電極毎にボンディングワイヤで接合する方法に比べて手間が掛からず能率的な方法であり、ワイヤを用いない方法であることから、このようなPGAパッケージは、一般に、ワイヤレスPGAパッケージと呼ばれている。

第7図および第8図は上記したようなワイヤレスPGAパッケージの構造を例示している。第7図は、半導体素子1とパッケージ基材2とを接合する前の状態を示しており、半導体素子1の下面には、所定の各電極に対応するパッド1aが複数個並んで設けられている。パッケージ基材2の上には、半導体素子1のパッド1aに対応する位

置に、それぞれバンパ2aが設けられているとともに、パッケージ基材2の下面には、配線基板等のスルーホールに挿入するための端子ピン2bが多数設けられている。半導体素子1をパッケージ基材2に搭載するには、半導体素子1の各パッド1aをパッケージ基材2のバンパ2aに対応する合わせた状態で加熱と同時に加圧することによって、各バンパ2aとパッド1aを熱圧着させて接合一体化するようになっている。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、前記した従来における半導体素子の接合用パッド1aは、バンパ2aとの接合強度が充分でなく、パッド1aとバンパ2aの接合不良を起こしたり、剥離による断線を起こすという問題があった。

例えば、半導体素子1をパッケージ基材2に搭載して使用中に、大きな温度変化があると、半導体素子1のシリコン基板等とセラミック等からなるパッケージ基材2とは熱膨張係数が大きく違っているので、熱膨張に伴って半導体素子1とパッ

ッケージ基材2の接合面、すなわち、パッド1aとバンパ2aの接合面に沿って水平方向の剪断力が働くことになる。従来のパッド1aは、バンパ2aとの接合面が平坦な面に形成されているので、上記水平方向の剪断力に対する抵抗力すなわち水平剪断強度が小さく、比較的小さな力で接合面が剥がれてしまい、パッド1aとバンパ2aの接合不良や剥離(断線)を生じてしまうのである。

半導体素子1のパッド1aとパッケージ基材2aのバンパ2aとの機械的および電気的な接合性能を向上させるには、パッド1aとバンパ2aの接合面積が広い程好ましいのであるが、高集積化および小型化が要求される半導体装置においては、パッド1aとバンパ2aの平面的な設置面積を大きくすることには限界があり、単純に平面形状を大きくすることでパッド1aとバンパ2aの接合面積を増大することは実用的な方法ではない。

そこで、この発明の課題は、前記したような半導体素子の接合用パッドにおいて、パッドの平面的な面積を増大することなく、バンパとの実質的

な接合面積を大きくできるとともに、熱膨張等に伴う水平方向の剪断力に対する耐久性を高めることができ、パッドとバンパの接合性能を向上させることができるものを提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記課題を解決する、この発明にかかる半導体素子の接合用パッドのうち、請求項1記載の発明は、半導体素子を基材に搭載する際に、基材の表面に設けられたバンパとの接合個所に設けられるパッドにおいて、バンパとの接合面に接合強化用凹凸部が設けられているようにしている。

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、接合強化用凹凸部が、接合面に縦横に形成された格子状凹凸部であるようにしている。

請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明において、接合強化用凹凸部が、基材と半導体素子との熱膨張差に伴って発生する剪断力の方向と直交する方向に沿って設けられた複数の平行線状凹凸部であるようにしている。

請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明に

において、接合強化用凹凸部が、接合面に突出形成された複数の突起であるようにしている。

#### (作用)

請求項1記載の発明によれば、パッドの接合面に接合強化用凹凸部を設けておくことによって、パンパに熱圧着したときに、熔融または軟化したパンパの一部がパッドの前記凹凸部の凹部に入りこむか、または、同凹凸部の凸部がパンパに食い込むかして、パンパとパッドとが互いに噛み合った状態で接合されることになる。そのため、パッドの平面的な設置面積が同じであっても、前記凹凸部を含む全表面積に相当する実質的な接合面積は大幅に増大することになり、かつ、互いの噛み合いに伴う固定力の発生もあって、パッドとパンパの接合性能が大いに向上する。特に、パッドとパンパとが前記凹凸部で噛み合わされた状態で接合されていることにより、前記したような使用中の熱膨張差等による水平方向の剪断力が加わったときに大きな抵抗力を発揮することができる。

請求項2記載の発明によれば、パッドとパンパ

の接合面において、水平方向の何れかの方向に剪断力が加わっても、格子を構成する各線状の凹部または凸部の何れかが、大きな抵抗力を発揮することになる。

請求項3記載の発明によれば、平行線状凹凸部が、熱膨張差に伴って生じる剪断力の方向に直交して大きな抵抗力を発揮することになるので、接合不良や剥離の大きな原因となる前記剪断力の方向に対して効率的に接合力を強化できる。

請求項4記載の発明によれば、パッドに設けられた突起がパンパの内部に入り込んだ状態になるので、突起によってパンパを補強できるとともに、加熱および加圧によってパッドとパンパの接合面に生成され、接合性能の向上作用のある、パッドとパンパの金属材料の合金層が、突起からパンパの内部へと大きく広がって生成されることになり、パッドとパンパの接合性能をより向上させることができる。

#### (実施例)

ついで、この発明を、実施例を示す図面を参照

しながら以下に詳しく説明する。

第1図および第2図は、前記したようなワイヤレスPGAパッケージの、半導体素子10とパッケージ基材20の接合に関係する部分のみを示している。半導体素子10およびパッケージ基材20の全体的な構造や形状は、前記した第7図および第8図の従来例等、通常の半導体パッケージと同様であるので、詳しい説明は省略する。

シリコン基板等からなる半導体素子10には、所定の位置に複数のパッド30が設けられている。パッド30は通常の半導体素子におけるものと同様に、半導体素子10の導体回路を構成するアルミニウム電極等の一部を、一定面積の四角形等で露出させたものである。各パッド30の表面には、パンパ40との接合強化用凹凸部として、縦横に等間隔で円筒状に凹入形成された穴31が設けられている。パッド30の表面に穴31を形成する方法は、エッチング法等、通常の回路形成や微細加工に採用されている方法が適用される。このような穴31が設けられたパッド30を、通常

の熱圧着手段で、パッケージ基材20のパンパ40に熱圧着する。パンパ40は、Au、O、セラムミック等からなるパッケージ基材20の導体回路につながる、前記パッド30との接合位置に、Au等の導体金属を島状に盛り上げるようにして設けられており、パンパ40の表面は従来と同様に平坦に形成されている。

第2図に示すように、パッド30とパンパ40の熱圧着によって、熔融または軟化したパンパ40の一部がパッド30の穴31の内部まで入り込んで突起41となり、パッド30の穴31とパンパ40の突起41が互いに噛み合った状態になる。したがって、穴31および突起41の表面積が接合面積に加わることになり、このようにして増加した分だけ、パッド30とパンパ40の接合面積が増えることになる。他方、パッド30とパンパ40の接合面に水平方向の剪断応力が加わっても、互いに噛み合った穴31と突起41がこれに対して大きな抵抗力を発揮するため、水平剪断強度が高くなる。

穴31の形状や深さは、必要とされる接合力とパッド30の大きさや半導体素子10の構造等によって適当に設定されるが、例えば、縦120 $\mu$ m×横120 $\mu$ mで厚さ1 $\mu$ mのパッド30の表面に、直径1 $\mu$ mで深さ1 $\mu$ mの穴31を、縦横の間隔ピッチ20 $\mu$ mで合計25個設けるのが、その一例である。穴31の形状は、円筒状のものが加工し易いため好ましいが、円筒以外に、長円形、角形その他の形状でも実施できる。穴31の配置は、図示したように等間隔で縦横に並べて配置するほか、千鳥状に配置したり、外周と中央で配置間隔を変えたりすることもできる。

つぎに、第3図には上記と異なる実施例を示している。すなわち、パッド30の表面に、接合強化用凹凸部として多数の平行凹溝32を設けている。そして、この平行凹溝32の形成方向を、半導体素子10に対するパッド30の形成位置によって変えている。すなわち、何れのパッド30においても、半導体素子10とパッケージ基材20との間に熱膨張差に伴って発生する剪断力の方向

(矢印Xで示している)に対して直交する方向に沿って平行凹溝32を設けようとしているのである。

半導体素子10とパッケージ基材20との熱膨張差に伴う剪断力は、半導体素子10およびパッケージ基材20の中心から外周側に向かって放射方向に生じるので、半導体素子10の各所に設けられたパッド30には、それぞれの位置によって、剪断力の加わる方向(矢印X)が異なることになる。そこで、それぞれのパッド30に対して、その位置における剪断力方向Xと直交するように平行凹溝32を設けておけば、剪断力に対して最も大きな抵抗力を発揮することができ、パッド30とパンプ40の接合力の向上を最も効率的に行うことができるのである。図示した実施例では、半導体素子10の図中左上隅および右下隅のパッド30(拡大表示した部分に相当)では、右上がり45°で傾斜した平行凹溝32が設けられ、左下隅および右上隅のパッド30には、右下がり45°で傾斜した平行凹溝32が設けられ、左右辺

中央のパッド30は上下方向に沿って平行凹溝32が設けられ、上下辺中央のパッド30は左右方向に沿って平行凹溝32が設けられている。

平行凹溝32の溝幅や形成本数は、必要に応じて適当に設定されるが、例えば、前記実施例と同様の120×120×1 $\mu$ mのパッド30に対して、中央の80×80 $\mu$ mの範囲に、溝幅1 $\mu$ mで間隔29 $\mu$ mの平行凹溝32を設けるのが、その1例である。

つぎに、第4図はさらに別の実施例を示しており、この実施例の場合、パッド30の表面に対して、縦横の格子状凹溝33を設けている。この縦横の格子状凹溝33であれば、水平方向の剪断力がパッド30の何れの方向に向かって加わっても、これに対して同じように良好な抵抗力を発揮することができる。なお、格子状凹溝33の縦もしくは横方向の凹溝が、前記熱膨張に伴う剪断力の方向Xと直交するように格子状凹溝33を設けておけば、剪断力に対する抵抗力がより向上する。

つぎに、第5図および第6図に示す実施例では

、パッド30の表面に、前記実施例のような穴31の代わりに、円柱形の突起34が設けられている。この突起34を備えたパッド30をパンプ40に熱圧着すると、加熱軟化されたパンプ40に突起34が入り込み、パンプ40に突起34に対応する凹部44が形成されて、この突起34と凹部44とが互いに噛み合った状態で接合される。このように、パッド30の突起34がパンプ40の内部に入り込んだ状態になると、比較的柔らかく強度に劣るパンプ40が突起34で補強されることになるとともに、パッド30とパンプ40との熱圧着過程で、互いの接合面に生成し接合性能にとって重要な作用を果たす、両者の構成金属材料からなる合金層が、突起状凹部34からパンプ40の内部へと大きく広がって形成され、パッド30とパンプ40の接合性能をより向上させることができる。

突起34の具体的な形状寸法や配置は、必要とされる接合力とパッド30の構造等の条件によって適当に設定されるが、例えば、前記した120

$\times 120 \times 1 \mu$ のパッド30に対して、図示したような形状および配置で、直径5 $\mu$ で高さ10 $\mu$ の円柱状の突起34を5個、互いの間隔を40 $\mu$ に配置するのが、その一例である。

突起34の形状は、図示した円柱状のもの以外にも、角柱状その他の任意の形状とすることができる。パッド30の表面に突起34を形成するには、蒸着法等の手段が用いられる。

なお、パッド30に設ける接合強化用凹凸部としては、前記穴31、平行線状凹溝32および格子状凹溝33のような凹部と、前記突起34のような凸部の何れでもよい。さらに、前記第3図の平行線状凹溝32と同じパターンを有する平行線状凸部を設けたり、前記第4図の格子状凹溝33を格子状凸部に代えたりすることも可能である。すなわち、この発明においては、パッド30の表面に、パンプ40との接合強化用の凹部または凸部の何れかが設けられていればよいのであり、具体的な接合用凹凸部の形状や構造は、必要に応じて自由に変更できる。例えば、線状の凹凸部の場

合、第3図や第4図に示した直線状のもののほか、多数の同心円を重ねたものや、渦巻き状、波形状等の曲線状のものでも実施できる。格子状凹凸部は、基盤目状の格子形状のほか、六角形の蜂の巣状の格子や、小さな円形を密接させた円形格子等でも実施できる。さらに、穴や突起等と線状あるいは格子状の凹凸部とを組み合わせることも可能である。

パッド30の表面に接合強化用凹凸部を形成する手段としては、凹部の場合には、エッチング等の化学的加工手段やレーザー加工等の物理的加工手段等が採用でき、凸部の場合にも、前記した蒸着法その他の薄膜形成手段や写真製版技術等を適用することができる。

この発明にかかる半導体素子の接合用パッド30は、図示したワイヤレスPGAパッケージへの半導体素子10の搭載だけでなく、パッド30とパンプ40の接合を必要とする各種の半導体素子の搭載および接合、あるいは各種の半導体パッケージの製造に適用することができる。

#### (発明の効果)

以上に述べた、この発明にかかる半導体素子の接合用パッドのうち、請求項1記載の発明は、パンプとの接合面に接合強化用凹凸部を設けていることによって、パッドとパンプを熱圧着したときに、パンプがパッドの凹凸形状にしたがって変形し互いに噛み合った状態で接合されるので、パッドとパンプとが平坦な接合面で接触しているだけのものに比べて、凹凸部の表面積だけ実質的な接合面積が増えることになり、パッドの平面的な設置面積を大きくすることなく、機械的および電気的な接合性能を大幅に向上させることができる。特に、パッドとパンプの接合面に水平方向の剪断力が加わる場合の抵抗力すなわち水平剪断強度が非常に大きく、パッドとパンプを確実に接合しておくことができる。

請求項2記載の発明によれば、さらに、パッドに設ける接合強化用凹凸部が、半導体素子と基材との熱膨張差に伴って発生する剪断力の方向と直交する方向に沿って設けられた線状凹凸部である

ので、上記剪断応力に対する抵抗力が効率的に作用し、パッドとパンプの接合力が一層大きくなって接合性能を向上させることができる。したがって、半導体装置を使用中に大きな温度変化があるような用途に適用しても、パッドとパンプが割れたり接合不良を起こすことなく、良好に使用することができるようになる。

請求項3記載の発明によれば、接合強化用凹凸部が格子状凹凸部であるので、パッドの縦横の何れの方角に対しても高い接合力を発揮できる。したがって、パッドとパンプとの間に加わる剪断力の方向が不明であったり異なる方向成分を有する剪断力が加わる可能性のある場合にも、良好な接合性能を発揮することができる。

請求項4記載の発明によれば、接合強化用凹凸部がパッドの表面に突出する突起であるので、この突起がパンプの内部に入り込んでパンプを補強する効果があるとともに、パッドとパンプの接合面に生成される合金層が、パッドの凸部からパンプの内部まで大きく広がって、この合金層による

接合力の向上作用を効果的に利用することができ、パッドと bumps との接合性能をより高めることができる。

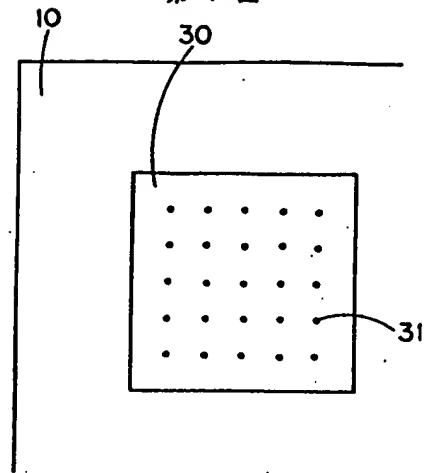
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明にかかる実施例の半導体素子のパッド部分を示す部分平面図、第2図はパッドと bumps の接合状態を模式的に示す部分断面図、第3図は別の実施例における全体構造とパッド部分のみを取り出した状態を示す平面図、第4図は別の実施例における半導体素子のパッド部分を示す部分平面図、第5図は別の実施例における半導体素子のパッド部分を示す部分斜視図、第6図はパッドと bumps の接合状態を模式的に示す部分断面図、第7図は従来例の全体斜視図、第8図は接合後の側面図である。

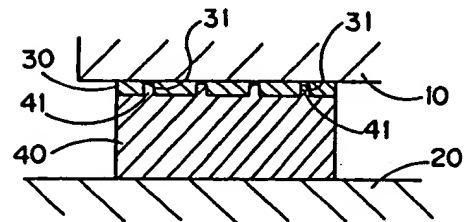
10…半導体素子 20…基材 30…パッド  
31…34…接合強化用凹凸部 40…bumps

代理人 弁理士 松本武彦

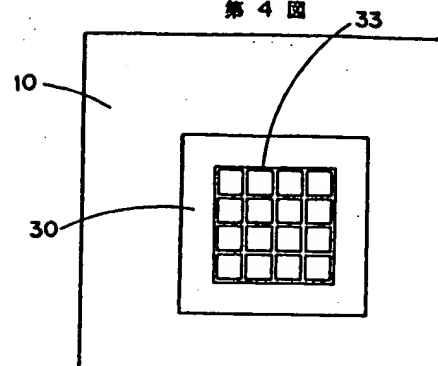
第1図



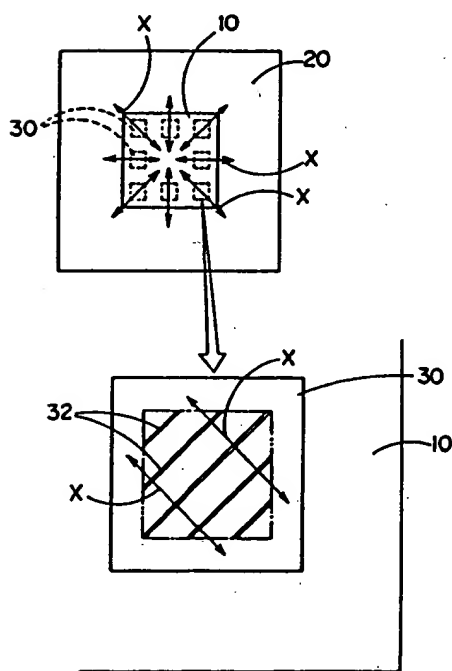
第2図



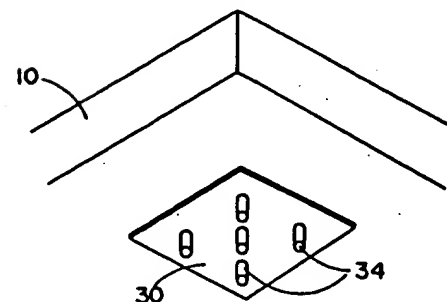
第4図



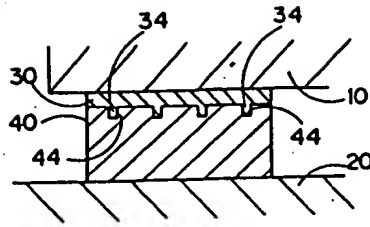
第3図



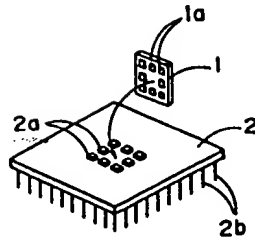
第5図



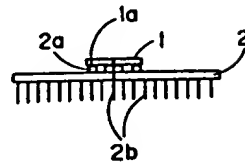
第 6 図



第 7 図



第 8 図





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**